

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/006573

International filing date: 29 March 2005 (29.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-100657
Filing date: 30 March 2004 (30.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 28 April 2005 (28.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 Date of Application: 2004年 3月30日

出願番号 Application Number: 特願2004-100657

パリ条約による外国への出願に用いる優先権の主張の基礎となる出願の国コードと出願番号

The country code and number of your priority application, to be used for filing abroad under the Paris Convention, is

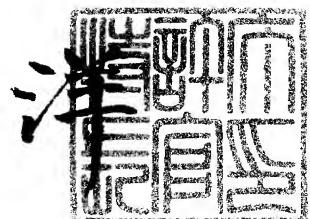
出願人 Applicant(s): 富士写真フィルム株式会社

J P 2004-100657

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

2005年 4月13日

小川



【書類名】 特許願
【整理番号】 P20040330H
【提出日】 平成16年 3月30日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G01N 21/84
G02B 6/00

【発明者】
【住所又は居所】 静岡県富士宮市大中里200番地 富士写真フィルム株式会社内
【氏名】 青島 伸介

【発明者】
【住所又は居所】 静岡県浜松市新都田1丁目4番10-10号 浜松メトリックス
株式会社内
【氏名】 檜垣 真二

【発明者】
【住所又は居所】 静岡県浜松市新都田1丁目4番10-10号 浜松メトリックス
株式会社内
【氏名】 柴野 喜昭

【特許出願人】
【識別番号】 000005201
【氏名又は名称】 富士写真フィルム株式会社

【代理人】
【識別番号】 100075281
【弁理士】
【氏名又は名称】 小林 和憲
【電話番号】 03-3917-1917

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 011844
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1

【書類名】特許請求の範囲

【請求項 1】

光ファイバの内部欠陥を検出する装置において、

前記光ファイバの軸に交差する方向から光を照射する光照射手段と、

この光照射手段で照射された前記光ファイバを前記光照射手段の照射光と交差する方向から撮影し前記光ファイバの径方向での光強度分布を得る光強度分布取得手段と、

光強度分布取得手段からの光強度分布を光ファイバの軸方向に連続して取得し、この光強度分布に基づき前記内部欠陥を判定する判定手段とを備えることを特徴とする光ファイバの欠陥検出装置。

【請求項 2】

前記光照射手段及び光強度分布取得手段は、前記光ファイバの軸方向に沿って離して3個以上設けられ、且つ光ファイバの周方向にほぼ等間隔に配置されていることを特徴とする請求項1記載の光ファイバの欠陥検出装置。

【請求項 3】

前記光強度分布取得手段はラインセンサカメラであり、前記光照射手段からの照射光の中心線が前記光ファイバの軸に対して前記ラインセンサカメラとは反対側にオフセットして配置されていることを特徴とする請求項1または2記載の光ファイバの欠陥検出装置。

【請求項 4】

前記判定手段は、前記ラインセンサカメラからの光強度分布信号から開始位置特定用しきい値を用いて開始位置を特定し、この特定した開始位置に基づき検出範囲を特定することを特徴とする請求項3記載の光ファイバの欠陥検出装置。

【請求項 5】

前記開始位置の特定は、ラインセンサカメラによる一定回数の撮影毎に行うことの特徴とする請求項4記載の光ファイバの欠陥検出装置。

【請求項 6】

前記判定手段は、前記ラインセンサカメラからの光強度分布信号から欠陥特定用しきい値を用いて、前記検出範囲内で欠陥特定用しきい値を超えた信号部分に基づき欠陥を判定することを特徴とする請求項5記載の光ファイバの欠陥検出装置。

【請求項 7】

前記欠陥の判定は、欠陥特定用しきい値により2値化し、欠陥特定用しきい値を超えた信号に対応するピクセル同士が隣接する場合にこれを連結してプロブ処理を行い、このプロブ処理したもののうちプロブ最小面積以上のものを欠陥と判定することを特徴とする請求項6記載の光ファイバの欠陥検出装置。

【請求項 8】

前記プロブ最小面積以上のもののうち、微小泡最大面積以下である場合に微小泡欠陥と判定し、それ以外は延伸泡欠陥と判定することを特徴とする請求項7記載の光ファイバの欠陥検出装置。

【請求項 9】

欠陥判定位置にマーキングする手段を有することを特徴とする請求項1ないし8いずれか一つ記載の光ファイバの欠陥検出装置。

【請求項 10】

前記光ファイバは線径が $250\mu m$ 以上の光ファイバであることを特徴とする請求項1ないし9いずれか一つ記載の光ファイバの欠陥検出装置。

【請求項 11】

前記光ファイバはプリフォームから線引きして得られたプラスチック光ファイバ素線であることを特徴とする請求項1ないし10いずれか一つ記載の欠陥検出装置。

【請求項 12】

請求項1ないし11いずれか一つ記載の欠陥検出装置を製造工程内に組み込んで、製造工程内で検査を行うことを特徴とするプラスチック光ファイバの製造装置。

【請求項 13】

光ファイバの内部欠陥を検出する方法において、

前記光ファイバの軸に交差する方向から光照射手段により光を照射し、

前記光照射手段で照射された前記光ファイバをラインセンサカメラにより前記光照射手段の照射光と交差する方向から撮影して、前記ラインセンサカメラからの光強度分布を光ファイバの軸方向に連続して取得し、

前記取得した光強度分布に基づき判定手段により前記内部欠陥を判定することを特徴とする光ファイバの欠陥検出方法。

【請求項 14】

前記光照射手段及びラインセンサカメラは、前記光ファイバの軸方向に沿って離して3個以上設けられ、且つ光ファイバの周方向にはほぼ等間隔に配置されていることを特徴とする請求項 13 記載の光ファイバの欠陥検出方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】光ファイバの欠陥検出装置及び方法並びにプラスチック光ファイバの製造装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、光ファイバの欠陥検出装置及び方法並びにプラスチック光ファイバの製造装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

プラスチック光学部材は、同一の構造を有する石英系の光学部材と比較して、製造や加工が容易で低価格であることから、近年、光ファイバや光レンズ、光導波路など種々の応用が試みられている。特にこれら光学部材の中でも、プラスチック光ファイバ（以下、POFと称する）は、素材が全てプラスチックで構成されているため、伝送損失が石英系と比較してやや大きいという短所があるものの、良好な可撓性を有し、軽量で加工性がよく、石英系光ファイバと比較して口径の大きい光ファイバとして製造し易く、さらに低コストに製造可能であるという長所がある。従って、伝送損失の大きさが問題とならない程度の短距離用の光通信伝送媒体として種々検討されている。

【0003】

POFは、一般的には、重合体をマトリックスとする有機化合物からなる芯（以下、コア部と称する）と、このコア部と屈折率の異なる（一般的には低屈折率の）有機化合物からなる外殼（クラッド）とから構成される。特に中心から外側に向かって屈折率が次第に低下する分布を有するコア部を備えた屈折率分布型（以下、グレーデッドインデックス（G I）型と称する）POFは、伝送する光信号の帯域が大きくとれ高い伝送容量を有する光ファイバとして注目されている。この様なG I型POFの製法の一つに、界面ゲル重合を利用して光学母材（以下、プリフォームと称する）を作製し、その後に前記プリフォームを溶融加熱延伸（以下、線引きと称する）する方法などがあり、種々提案されている（例えば、特許文献1および2参照）。

【0004】

ところで、プリフォームは、その製造工程中で内部に微小な気泡を含んでしまうことがある。このようなプリフォームをそのまま線引きすると、得られる光ファイバ素線の内部に長手方向に伸びた空洞として残留する。この空洞は光ファイバの伝送特性の低下や物理的強度の低下を引き起こす原因となる。

【0005】

このため、石英系の光ファイバでは、特許文献3に示すように、光ファイバの内部欠陥を検出するために、欠陥検出装置を延伸機などに設けている。この欠陥検出装置は発光部と受光部とにより光ファイバ内の気泡を検出するもので、発光部からの光が光ファイバ素線内に入り、この光が前記気泡に当たって散乱し、この散乱によって受光部で受光される光量が減少することから、前記気泡を検出している。また、特許文献4でも、同じように発光部と受光部とにより気泡を検出しており、発光部としてレーザ光を用い、受光部としてイメージセンサを用いて、前方散乱光の強度分布を調べ、強度分布のパターンから気泡を検出している。

【0006】

【特許文献1】特開昭61-130904号公報

【特許文献2】特許第3332922号

【特許文献3】特開2000-281379号公報

【特許文献4】特開2001-235396号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、特許文献3及び4に示すような、欠陥検出装置では、いずれも前方散乱

光の強度分布に基づき気泡などの欠陥を検出しているものの、石英系光ファイバに比べて径が比較的大きいP O F等では、前方散乱光の強度分布による検出方法では、検出精度が低下するという問題がある。例えば、10～30μm程度の直径を有する微小気泡などは検出精度が低下して検出不能となる。また、径が大きくなると、前方散乱光の強度分布による欠陥検出方法では、検出不能エリアが発生し、検出精度が低下する。

【0008】

本発明は、欠陥を精度よく検出することができるようとした光ファイバの欠陥検出装置及び方法並びにプラスチック光ファイバの製造装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目的を達成するために、本発明は、光ファイバの内部欠陥を検出する装置であって、光ファイバの軸に交差する方向から光を照射する光照射手段と、この光照射手段で照射された前記光ファイバを前記光照射手段の照射光と交差する方向から撮影し前記光ファイバの径方向での光強度分布を得る光強度分布取得手段と、光強度分布取得手段からの光強度分布を光ファイバの軸方向に連続して取得し、この光強度分布に基づき前記内部欠陥を判定する判定手段とを備えることを特徴とする。

【0010】

なお、前記光照射手段及び光強度分布取得手段は、前記光ファイバの軸方向に沿って離して3個以上設けられ、且つ光ファイバの周方向でほぼ等間隔に配置されていることが好ましい。また、前記光強度分布取得手段はラインセンサカメラであり、前記光照射手段からの照射光の中心線が前記光ファイバの軸に対して前記ラインセンサカメラとは反対側にオフセットして配置されていることが好ましい。また、前記判定手段は、前記ラインセンサカメラからの光強度分布信号から開始位置特定用しきい値を用いて開始位置を特定し、この特定した開始位置に基づき検出範囲を特定することが好ましい。前記開始位置の特定は、ラインセンサカメラによる一定回数の撮影毎に行なうことが好ましい。また、前記判定手段は、前記ラインセンサカメラからの光強度分布信号から欠陥特定用しきい値を用いて、前記検出範囲内で欠陥特定用しきい値を超えた信号部分に基づき欠陥を判定することが好ましい。また、前記欠陥の判定は、欠陥特定用しきい値により2値化し、欠陥特定用しきい値を超えた信号に対応するピクセル同士が隣接する場合にこれを連結してプロブ処理を行い、このプロブ処理したものうちプロブ最小面積以上のものを欠陥と判定することが好ましい。また、前記プロブ最小面積以上のもののうち、微小気泡最大面積以下である場合に微小気泡欠陥と判定し、それ以外は延伸気泡欠陥と判定することが好ましい。また、欠陥判定位置にマーキングする手段を有することが好ましい。また、前記光ファイバは線径が250μm以上の光ファイバであることが好ましい。また、前記光ファイバはプリフォームから線引きして得られたP O F素線であることが好ましい。特にコア部がポリメチルメタクリレートを主成分として形成されており、且つ中心の屈折率が最も大きく外周方向に向かって次第に連続的に小さくなるG I型P O Fであることが好ましい。また、上記記載の欠陥検出装置を製造工程内に組み込んで、製造工程内で検査を行うことが好ましい。

【0011】

また、本発明は、光ファイバの内部欠陥を検出する方法であって、光ファイバの軸に交差する方向から光照射手段により光を照射し、前記光照射手段で照射された前記光ファイバをラインセンサカメラにより前記光照射手段の照射光と交差する方向から撮影して、前記ラインセンサカメラからの光強度分布を光ファイバの軸方向に連続して取得し、前記取得した光強度分布に基づき判定手段により前記内部欠陥を判定することが好ましい。なお、前記光照射手段及びラインセンサカメラは、前記光ファイバの軸方向に沿って離して3個以上設けられ、且つ光ファイバの周方向でほぼ等間隔に配置されていることが好ましい。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、光ファイバの軸に交差する方向から光を照射する光照射手段と、この光照射手段で照射された光ファイバを光照射手段の照射光と交差する方向から撮影し前記光ファイバの径方向での光強度分布を得る光強度分布取得手段と、光強度分布取得手段からの光強度分布を光ファイバの軸方向に連続して取得し、この光強度分布に基づき前記内部欠陥を判定する判定手段とを有するから、前方散乱光の強度分布に基づき気泡を検出する従来方法に比べて、微小気泡の検出精度をあげることができる。特に、光照射手段及びラインセンサカメラは、前記光ファイバの軸方向に沿って離して3個以上設けられ、且つ光ファイバの周方向ではほぼ等間隔に配置されることにより、光ファイバの径が大きくなる場合でも、検出不能エリアがなくなり、微小気泡の検出洩れがなくなり、検出精度が向上する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

図1は、プリフォーム10からPOF素線11を線引きして巻き取る製造ライン12を示している。周知の延伸機13によってプリフォーム10が加熱溶融されて線引きローラ対14により線引きされる。線引きされたPOF素線11はガイドブーリ21を介して、本発明の欠陥検出装置20に送られ、ここでPOF素線11中の気泡による欠陥16(図2参照)の有無が検出される。欠陥検出装置20を通過したPOF素線11は周知の巻取り機17により巻き取られる。

【0014】

延伸機13の線引きローラ対14にはエンコーダ15が設けられており、このエンコーダ15の出力信号によってPOF素線11の測長信号が得られる。この測長信号は、欠陥検出装置20及び巻取り機17に送られる。この測長信号は、欠陥検出装置20及び巻取り機17において測長の際の較正に用いられる。

【0015】

欠陥検出装置20は、第1～第8のガイドブーリ21～28を備えており、POF素線11を欠陥検出部30に案内する。第1ガイドブーリ21及び第8ガイドブーリ28はアーム18、19に設けられている。第1ガイドブーリ21は延伸機13からのPOF素線11を欠陥検出装置20内に案内する。また、第8ガイドブーリ28は欠陥検出装置20からのPOF素線11を巻取り機17に案内する。

【0016】

欠陥検出部30は第3ガイドブーリ23と第4ガイドブーリ24との間に設けられている。この欠陥検出部30には、第1～第3の光照射器31～33及び第1～第3のラインセンサカメラ35～37がPOF素線11の走行方向に一定間隔で配置されている。これら光照射器31～33及びラインセンサカメラ35～37は同じもので構成されており、図3に示すように、POF素線11の周方向で120°ピッチでそれぞれ配置されている。

【0017】

このように120°ピッチで3つの光照射器31～33及びラインセンサカメラ35～37を設けているのは次の理由による。POF素線11のように、透明な円柱体を側方から撮影すると、空気／樹脂での屈折によって、図3(B)、(C)、(D)に示すように、その撮影範囲は撮影側周面で約105°、反対側で約30°の範囲で囲まれた断面(図中のハッチング部分H1)内しか撮影することができない。したがって、一方向からの撮影では撮影不可能エリアH2が残ってしまう。これに対して、120°ピッチで3つのラインセンサカメラ35～37を配置することで、第1のラインセンサカメラ35によって(B)に示すハッチング部分H1が撮影され、第2のラインセンサカメラ36によって(C)に示すハッチング部分H1が撮影され、第3のラインセンサカメラ37によって(D)に示すハッチング部分H1が撮影される。したがって、これら(B)～(D)のハッチング部分H1が重ねられることにより、(E)に示すように、POF素線11内をもれなく撮影することができる。

【0018】

以上のように外周を漏れなく検査するには少なくとも3方向からの検査が必要であるが、検査装置を配置する方向を増やしても良い。好ましくは3～4方向であり、もっとも好ましくは3方向である。検査装置の配置方向を増やしすぎると、他の検査系の照明光が外乱光とならないように検査装置を一定の間隔をあけて配置する必要があるため走行路上に多数の検査装置が並ぶこととなり、検査装置が大きくなりすぎてしまうことや、検査部位の重複が大きくなるので別の検査装置との同期を取るために制御が複雑となるので好ましくない。

【0019】

図4は、POF素線11に対する第1光照射器31とラインセンサカメラ35との配置の一例を示している。他の第2及び第3の光照射器32, 33及びラインセンサカメラ36, 37も同様に構成されており、第1光照射器31及びラインセンサカメラ35のみを説明し、その他の説明は省略する。ラインセンサカメラ35は撮影光軸35aがPOF素線11の中心軸CL1を通るように配置されており、POF素線11の径方向における光強度分布を撮影する。このラインセンサカメラ35は、例えばDALSA社製のものが用いられ、撮影範囲を約96個のライン状に配置された摄像素子により撮影する。このラインセンサカメラ35の撮影信号はA/D変換回路でデジタル信号に変換された後に、図1に示すコントローラ40内の第1演算処理部41に画像データとして送られる。コントローラ40は欠陥検出装置20を制御するものであり、第1～第3演算処理部41～43、測長部45、書き込み部46及びメモリ47を備えている。

【0020】

図4に示すように、第1光照射器31は、POF素線11を挟むように配置された2個の発光ダイオード31a, 31bから構成されており、両側からPOF素線11を照明する。なお、発光ダイオード31a, 31bは2個に限らず、一方のみに配置してもよく、さらには3個以上配置してもよい。また、発光ダイオード31a, 31bに代えて、レーザー、ハロゲンランプなどの各種光源を用いててもよい。さらには、発光ダイオードからなる投光器とフォトトランジスタからなる受光器とから構成してもよく、この場合には、受光器からの受光信号に基づきほぼ一定の光量となるように図示しないドライバで発光ダイオードを駆動する。この第1照射器31の照射光軸31cは、POF素線11の中心軸CL1に対して、ラインセンサカメラ35とは反対側にL1だけオフセットして配置されている。オフセット量L1は、第1光照射器31の照射ビーム径や光量などに応じて変えられるが、本実施形態では直径が $316\mu\text{m}$ のファイバに対して直径が5mmの照射ビームの場合に、オフセット量L1を $2.5\sim3\text{mm}$ に設定している。このようにオフセットして配置することで、照射ビームは、POF素線11のラインセンサカメラ35の配置側とは反対側に照射されるため、反射光がラインセンサカメラ35に入光することがなくなり、誤動作の発生がなくなる。なお、照明光は必ずしも撮影光軸に対して垂直ではなくてもよく、出射光源の広がりにも拘るが、およそ $\pm 10^\circ$ 程度は許容される。

【0021】

また、第6ガイドブーリ26にはエンコーダ38が取り付けられており、このエンコード38からの信号は測長情報としてコントローラ40の測長部45に送られる。測長部45は、エンコーダ38の信号に基づきPOF素線11の先端からの距離データ（測長データ）を求める。この測長データの算出に際して、延伸機13からの線引きローラ対14のエンコーダ15の信号を参照して較正する。求めた測長データは、後に説明する各演算処理部41～43の欠陥信号と組み合わされて、欠陥位置の特定に利用される。なお、エンコーダ38は例えば $5\mu\text{m}$ 刻みの測長信号を発生する。

【0022】

各演算処理部41～43では、エンコーダ38からの測長信号に基づき一定タイミングでラインセンサカメラ35からの画像データを取り込んで、POF素線11の走行方向での一連の画像データを得る。第1演算処理部41では、得られた画像データを100ライン毎に画像処理して、欠陥16の散乱光（白画像）を検出する。

【0023】

図5は、第1演算処理部41における処理手順の一例を示している。また、図6は、1ライン分の画像データの一例と、開始位置しきい値S1及び欠陥しきい値S2を示しており、横軸に画素位置を、縦軸に累積輝度データをとっている。まず、100ライン毎に区切られた最初の1ラインの画像データに対して、各画素位置（POF素線11の径方向位置）を左から右へと移動していき、開始位置しきい値S1を始めて超える画像データが位置する画素を開始位置ST1として求める。これにより、撮影画像中の照明写り込みによって定常的に光っている外表面を規準にして開始位置ST1を特定することができる。

【0024】

次に、求めた開始位置ST1を規準にして、予め各POF素線のサイズ毎に予め求めて記憶しておいた検出範囲開始位置設定値C1及び検出範囲幅設定値C2に基づき検出範囲E1を特定する。このように、開始位置ST1が特定されると、自動的に検出範囲E1が特定される。

【0025】

次に、この検出範囲E1内で欠陥しきい値S2を用いて100ライン分の画像データを2値化する。すなわち、欠陥しきい値S2を超えた画素を図7に示すように白画像WPとし、欠陥しきい値S2以下の画素を黒画像BPとして画像データを分ける。これら開始位置、検出範囲、白画像の特定は100ライン単位で行われる。そして、100ライン毎の検出範囲を隣接するもの同士で位置合わせして、一連の連続した検出範囲についての画像データを得る。このように、100ライン毎のように一定長さで検出範囲を特定しているため、POF素線11にうねりが発生していても、これを補正することができる。

【0026】

つぎに、2値化した画像データの白画像WPに基づきプロブ処理を行う。このプロブ処理では、白画像WPが上下左右の4方向で連続しているか否かを判定して、各方向でつながっている白画像WPを一つのかたまりとし、これを一つのプロブとする。図7は、プロブ処理結果の一例を示しており、（A）は2個のプロブB1、B2が検出された例を示しており、（B）は1個のプロブB3が検出された例を示している。

【0027】

第1演算処理部41のメモリには、上記の開始位置しきい値S1、検出範囲開始位置設定値C1、検出範囲幅設定値C2の他に、POF素線11の径サイズ毎に、欠陥か否かを判定するためのプロブ最小面積値と、微小気泡欠陥か延伸時気泡欠陥かを判定するための微小気泡判別最大面積値とが記憶されている。メモリから欠陥検出対象のPOF素線の種別信号に基づき、対応するこれら各値が特定され、これに基づき上記開始位置ST1、検出範囲E1の特定の他に、気泡欠陥の種別が判定される。

【0028】

気泡欠陥の種別の判定では、求めた各プロブに対して、予め設定されているプロブ最小面積以上か否かを判定し、プロブ最小面積以上のプロブに対応する気泡を欠陥と判定する。さらに、欠陥と判定された気泡のプロブ面積が微小気泡判別最大面積値以下である場合には微小気泡欠陥と判定され、それ以外は延伸時泡欠陥と判定される。これらの欠陥は、測長部45によるPOF素線11の線引き開始からの測長データに基づきその位置が特定され、判定した欠陥種別とその位置データとが対とされた欠陥情報が書き込み部46によってメモリ47に書き込まれる。

【0029】

第1演算処理部41を例にとって説明したが、他の第2及び第3演算処理部42、43でも同様にして欠陥情報を得る。これらの欠陥情報は、POF素線の識別データとともに記憶され、巻き替え工程や、被覆工程において、欠陥情報に基づき欠陥位置及び種別が特定されて、これら部分が取り除かれて、製品化される。この欠陥情報は、オンラインで巻き替え機や被覆設備に送られる他に、メモリカードなどの記録媒体を介して転送される。

【0030】

以上、2値化による検出手法について述べたが、それ以外に知られた検出手法も好ましく用いることができる。例えば、画素間の濃度微分処理での異常な濃度勾配の発生や、グ

レースケールでの検査において、濃度ヒストグラムの変動による検出等も用いることができる。

【0031】

なお、欠陥位置特定データに基づきインクジェットヘッドなどのマーキング装置により、欠陥位置を示すマーキングを付してもよい。この場合に、欠陥種別に応じてマーキングの色を変更してもよい。

【0032】

上記実施形態では、欠陥情報に基づき欠陥部位を取り除く場合について説明したが、この他に、欠陥情報を累積して気泡発生の部位が一部に集中しているか否かなどを判定し、これに基づき、プリフォーム形成工程や延伸工程での気泡発生の原因究明に用いてもよい。この場合には、プリフォーム形成工程や延伸工程において、プリフォームに取付位置規準マークを設けておき、この取付位置規準マークを常に一定位置にして各工程を行う。

【0033】

上記実施形態では、P O F 素線 1 1 の気泡による欠陥を検出する例を示したが、この他に、石英系ファイバやその他のものからなる光ファイバの気泡や異物などの欠陥を検出する場合に本発明を実施してもよい。また、ラインセンサカメラ 3 5 ~ 3 7 を用いて 1 ライン毎に画像を取得する代わりに、イメージエリアセンサカメラを用いて一定範囲毎に画像を取得してもよい。

【図面の簡単な説明】

【0034】

【図 1】本発明のプリフォームからプラスチック光ファイバ（P O F）素線を線引きして巻き取る製造ラインを示す概略図である。

【図 2】P O F 素線中の気泡による欠陥を示す概略図であり、（A）は側面図、（B）は B-B 線に沿う横断面図である。

【図 3】ラインセンサカメラの配置を示す模式図である。

【図 4】P O F 素線と光照射器とラインセンサカメラの配置を示す模式図である。

【図 5】演算処理部における欠陥判定処理を示すフローチャートである。

【図 6】1 ライン分の画像データと開始位置しきい値及び欠陥しきい値を示す線図である。

【図 7】プロブ処理における検出されたプロブの一例を示す説明図である。

【符号の説明】

【0035】

1 0 プリフォーム

1 1 プラスチック光ファイバ（P O F）素線

1 2 製造ライン

1 3 延伸機

1 4 線引きローラ対

1 6 欠陥

1 7 巻取り機

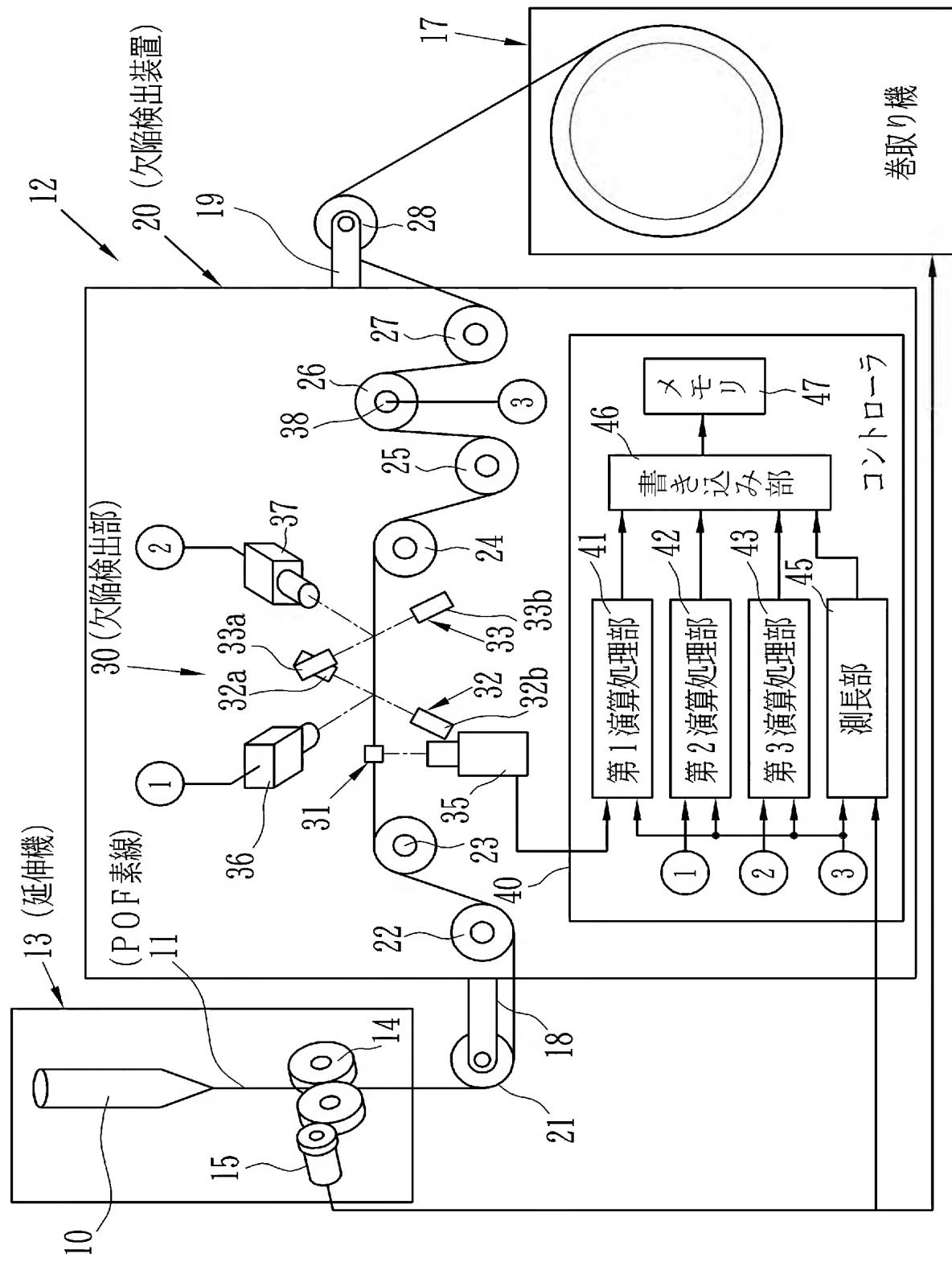
2 0 欠陥検出装置

2 1 ~ 2 8 ガイドブーリ

3 0 欠陥検出部

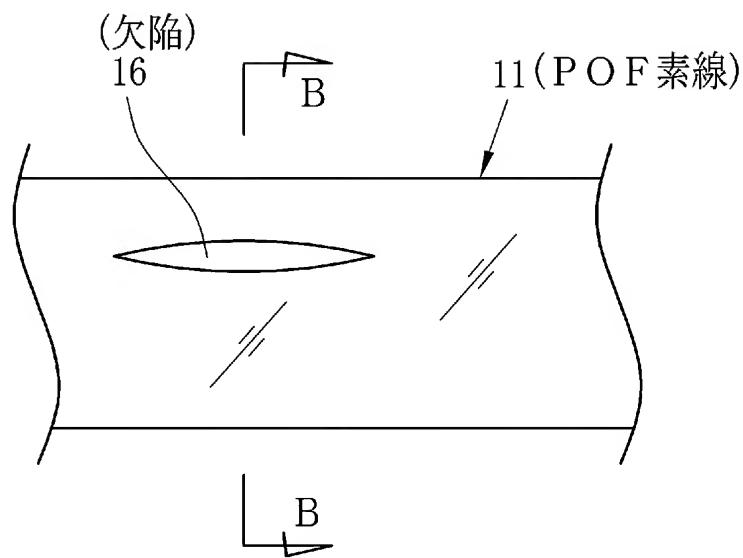
4 1 ~ 4 3 演算処理部

【書類名】 図面
【図 1】

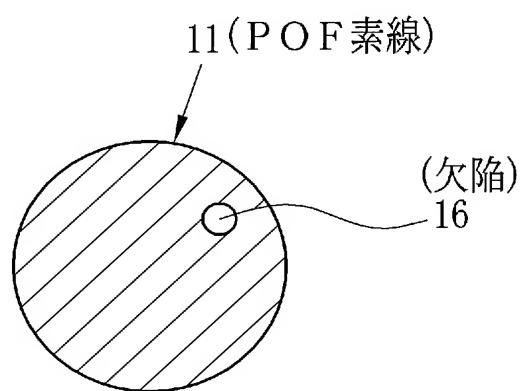


【図 2】

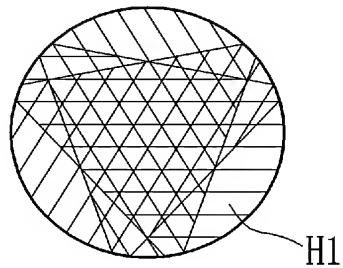
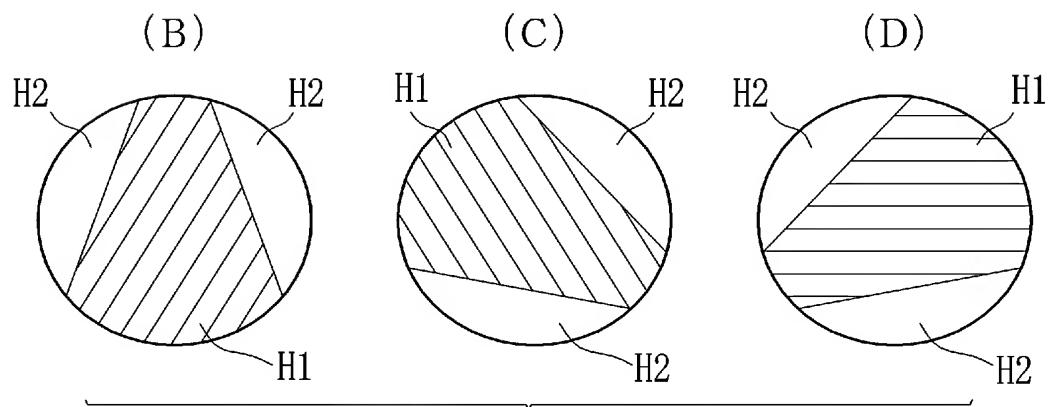
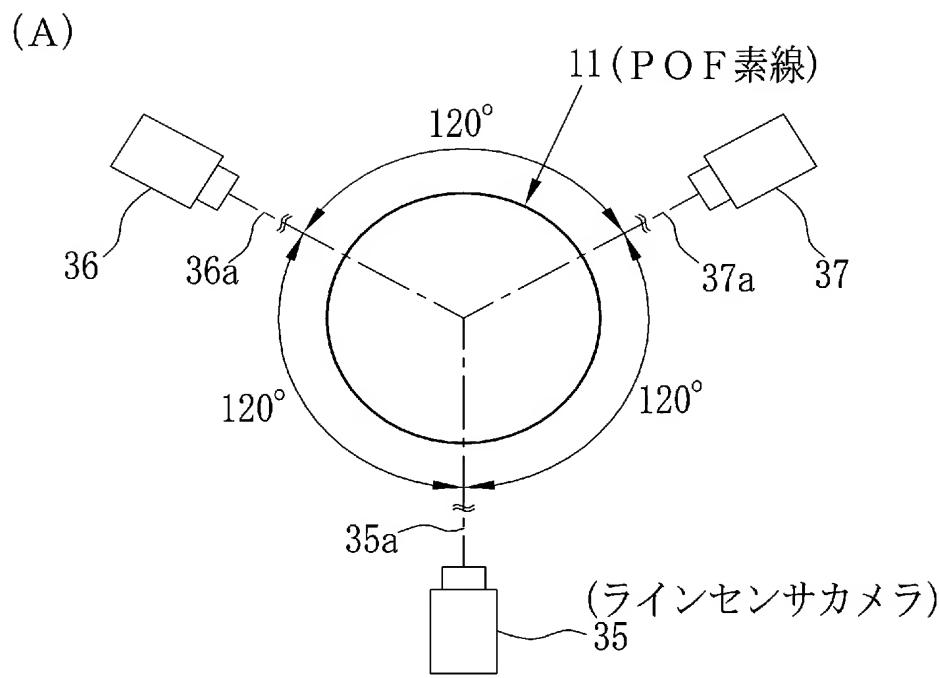
(A)



(B) B - B 線断面

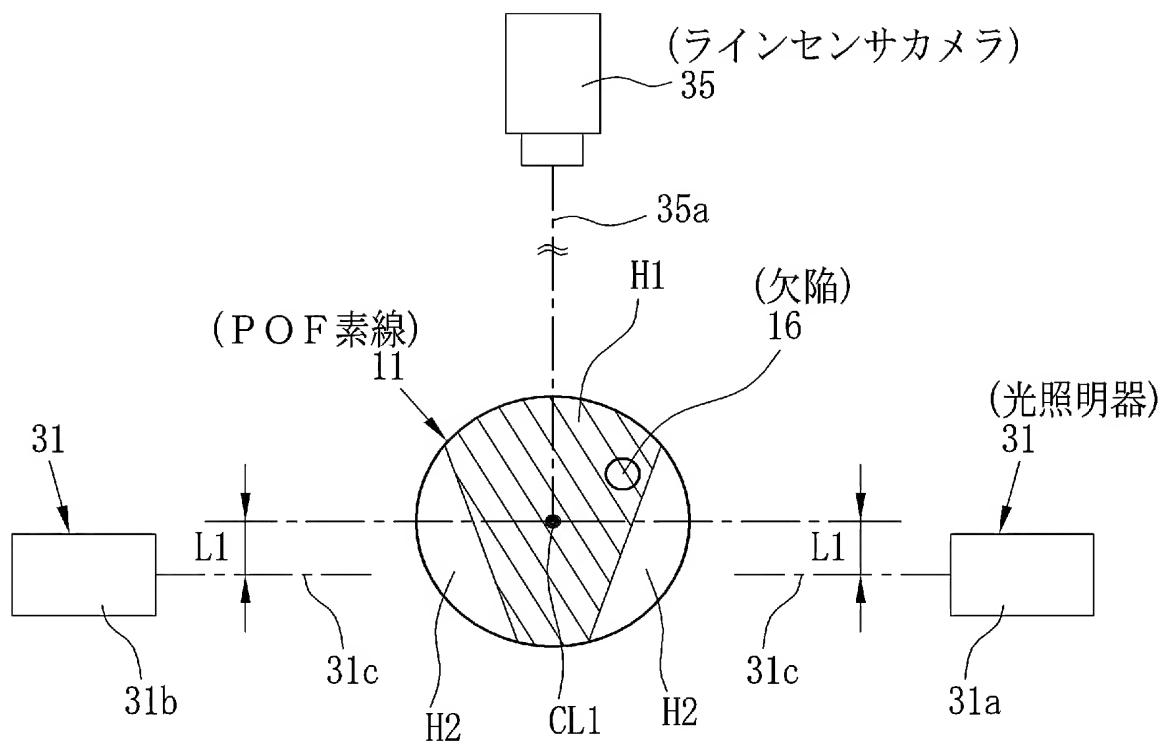


【図 3】

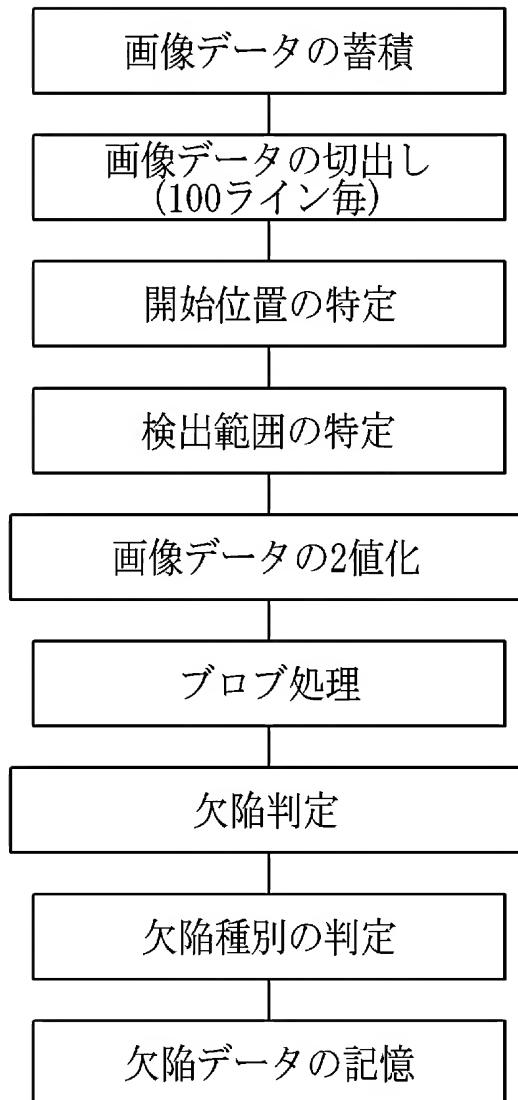


(E)

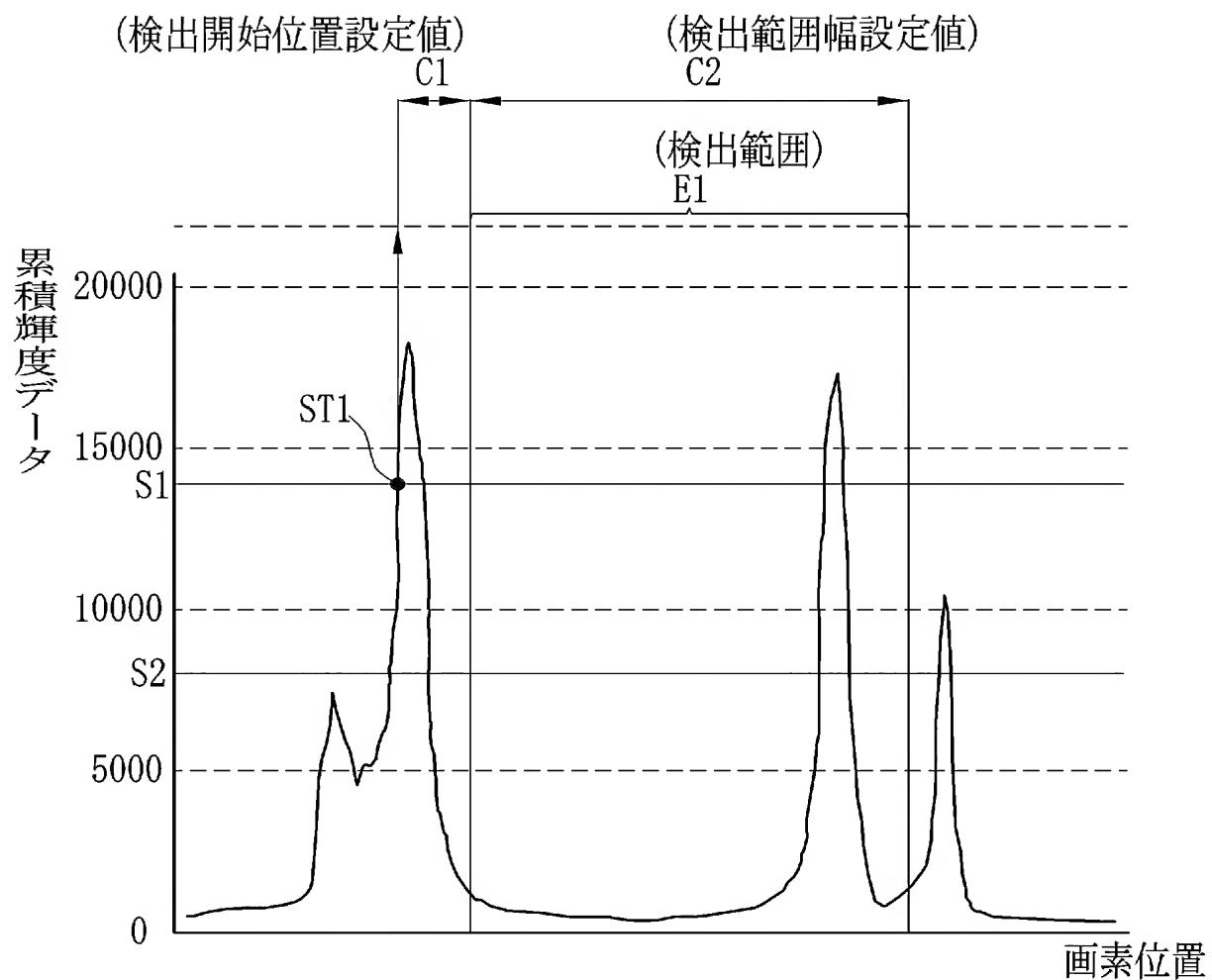
【図 4】



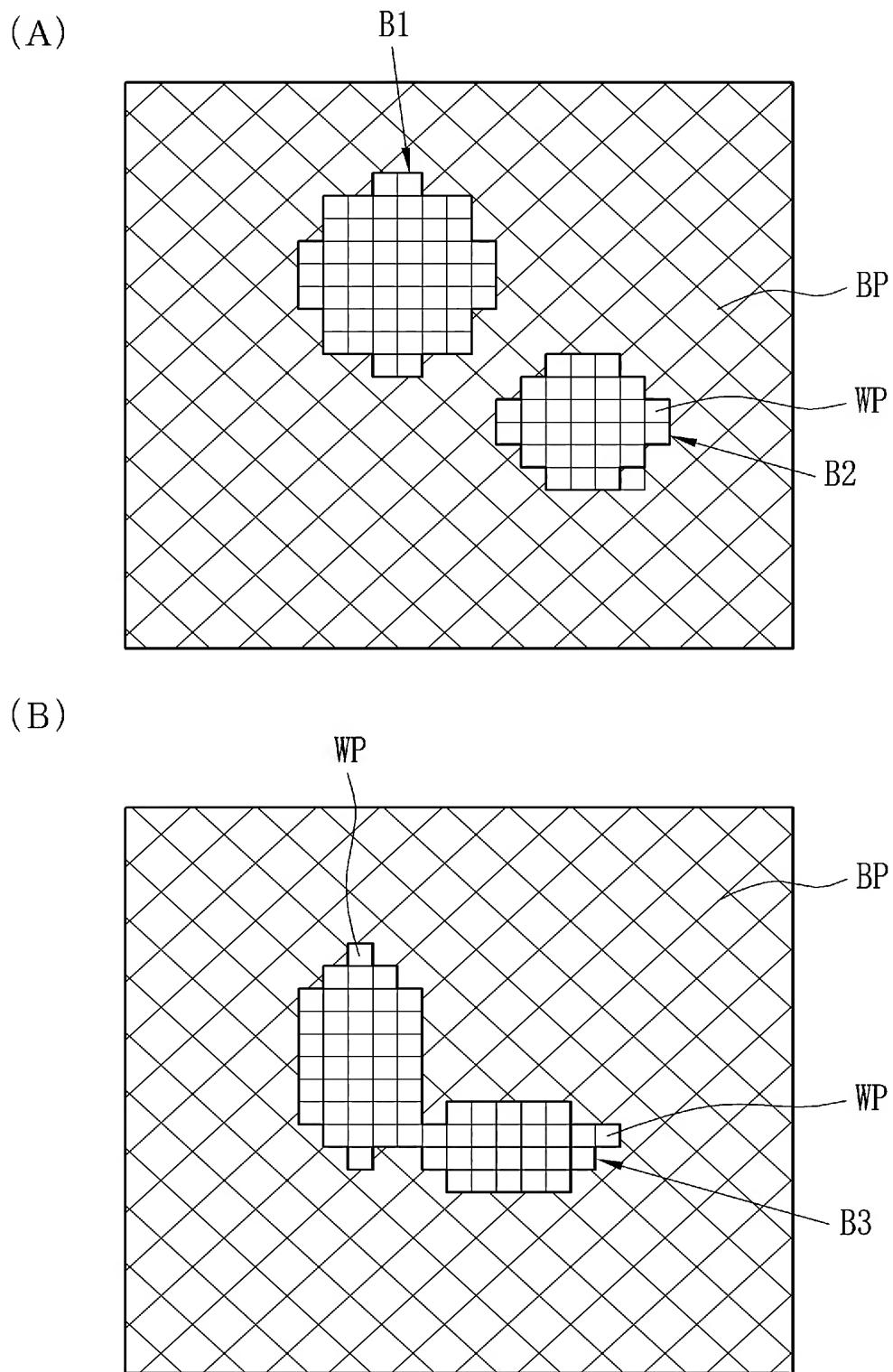
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 プラスチック光ファイバ（P O F）素線内の気泡による欠陥を精度よく検出する。

【解決手段】 ガイドブーリ 21～28により、走行する P O F 素線 11 を案内し、欠陥検出部 30 で欠陥を検出する。欠陥検出部 30 を、第 1～第 3 の光照射器 31～33 と第 1～第 3 のラインセンサカメラ 35～37 と第 1～第 3 の演算処理部 41～43 とから構成する。各光照明器 31～33 により P O F 素線 11 を照明する。ラインセンサカメラ 35～37 により P O F 素線 11 をライン状に撮影し、この撮影データを各演算処理部 41～43 に送る。各演算処理部 41～43 で 100 ライン毎に画像処理して、検出範囲の特定、欠陥しきい値による画像データの 2 値化による顕在化、顕在化された欠陥画像が上下左右で連続しているときにこれを 1 かたまりのプレブとするプレブ処理、プレブの面積に基づく欠陥判別及び欠陥種別判別を行う。

【選択図】

図 1

出願人履歴

0 0 0 0 0 5 2 0 1

19900814

新規登録

5 0 1 2 6 6 5 4 5

神奈川県南足柄市中沼 210 番地

富士写真フィルム株式会社